(19)中华人民共和国国家知识产权局

(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 108101266 B
(45)授权公告日 2021.02.19

(21)申请号 201810095193.1
(22)申请日 2018.01.31
(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 108101266 A
(43)申请公布日 2018.06.01
(73)专利权人 济南大学
地址 250022 山东省济南市市中区南辛庄西路336号
(72)发明人 邱立平 程仁振 宋茜茜 邱琪 王琰 王悦 韩琦 胡孟飞
(74)专利代理机构 济南誉丰专利代理事务所(普通合伙企业) 37240
代理人 高强
(51)Int.Cl.
C02F 9/04(2006.01)

(56)对比文件
CN 103951028 A,2014.07.30
CN 2659867 Y,2004.12.01
WO 2010133774 A1,2010.11.25

审查员 周旋

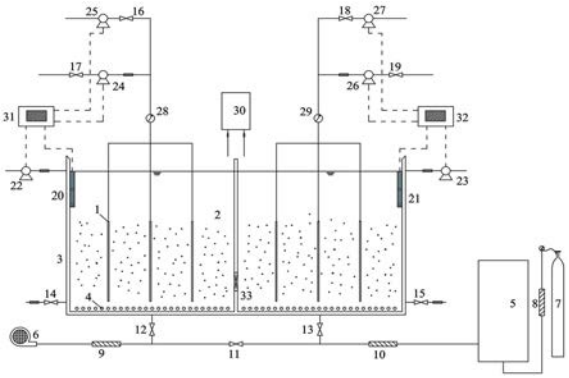
权利要求书2页 说明书4页 附图1页

(54)发明名称

一种颗粒活性炭耦合陶瓷膜深度处理工业废水的一体化装置及其使用方法

(57)摘要

工业废水中有机物成分复杂,可生化性差,通过生化二级处理后仍存在难降解有机物,其出水水质很难达到回用甚至排放标准,本发明针对工业废水生化出水的水质特点,开发一种高效的污水深度处理工艺,减轻工业废水对环境的污染,提高废水的循环利用率,具有良好的环境效益、社会效益和经济效益,本发明将高级氧化、活性炭吸附和陶瓷膜过滤三个工艺有机结合,将颗粒活性炭置于膜池中,可有效去除难降解有机物、色度及浊度等,有利于减轻膜污染,降低工艺反应时间,提高效率。该方法操作简单,运行管理方便,成本低,占地面积小,净化水质的同时进一步提高工业水的回用率。



CN 108101266 B

1.一种颗粒活性炭耦合陶瓷膜深度处理工业废水一体化装置的运行方法，其特征在于：一体化装置由陶瓷膜片(1)、颗粒活性炭(2)、膜池(3)、曝气管(4)、臭氧发生器(5)、空气压缩机(6)、氧气瓶(7)、气体流量计(8)、气体流量计(9)、气体流量计(10)、手动气管阀门(11)、手动气管阀门(12)、手动气管阀门(13)、排水阀(14)、排水阀(15)、电动阀门(16)、电动阀门(17)、电动阀门(18)、电动阀门(19)、液位计(20)、液位计(21)、进水泵(22)、进水泵(23)、抽吸泵(24)、抽吸泵(26)、反冲洗泵(25)、反冲洗泵(27)、压力表(28)、压力表(29)、活性炭投加设备(30)、可编程逻辑控制器(31)、可编程逻辑控制器(32)和闸板(33) 组成；

曝气类型选用空气压缩机曝气和臭氧曝气两种，当分子量小于5000的有机污染物所占比例较大时，选择空气压缩机曝气，当分子量大于5000的有机污染物所占比例较大时，选择臭氧曝气；

当进水中有机物分子量较小时，所述一体化装置的运行方法为：根据膜池大小，投加颗粒活性炭225g至膜池中，闸板(33)处于开启状态，

步骤(1)：阀门(17)、(19)打开，开启进水泵(22)、(23)向膜池(3)进水，当膜池(3)内液位至液位上限时，进水泵(22)、(23)自动关闭，开启空气压缩机(6)，此时臭氧发生器(5)和氧气瓶(7)处于关闭状态，打开手动气管阀门(11)、(12)、(13)，调节气体流量至颗粒活性炭在水中呈悬浮状态，待活性炭吸附2h后，抽吸泵(24)、(26)打开，抽吸流量为250L/h，随着抽吸泵(24)、(26)的运行，液位开始下降，当液位低至液位下限时，进入泵(22)、(23)开始进水，直至液面到达液位上限；

步骤(2)：当抽吸泵运行工作4h后，进水泵(22)、(23)停止工作，电动阀门(17)、(19)关闭，电动阀门(16)、(18)打开，空气压缩机(6)关闭，待活性炭沉淀后，阀门(14)、(15)打开，反冲洗泵(25)、(27)开始运行，抽吸泵(24)、(26)打开，反冲洗出水通过阀门(14)、(15)流出进入原进水箱，反冲洗结束后，反冲洗泵(25)、(27)停止工作，关闭阀门(14)、(15)，重复步骤(1)；

当进水中有机物分子量较大时，所述一体化装置的运行方法为：投加颗粒活性炭225g至膜池中，闸板(33)处于开启状态；

步骤(1)：阀门(17)、(19)打开，开启进水泵(22)、(23)向膜池(3)进水，当膜池(3)内液位至液位上限时，进水泵(22)、(23)自动关闭，开启臭氧发生器(5)、氧气瓶(7)，此时空气压缩机处于关闭状态，打开阀门(11)、(12)、(13)，调节气体流量至颗粒活性炭在水中呈悬浮状态，待活性炭吸附2h后，抽吸泵(24)、(26)打开，抽吸流量为250L/h，随着抽吸泵(24)、(26)的运行，液位开始下降，当液位低至液位下限时，进水泵(22)、(23)开始进水，直至液面到达液位上限；

步骤(2)：当抽吸泵运行工作4h后，进水泵(22)、(23)停止工作，电动阀门(17)、(19)关闭，电动阀门(16)、(18)打开，臭氧发生器(5)、氧气瓶(7)关闭，待活性炭沉淀后，阀门(14)、(15)打开，反冲洗泵(25)、(27)开始运行，抽吸泵(24)、(26)打开，反冲洗出水通过阀门(14)、(15)流出进入原进水箱，反冲洗结束后，反冲洗泵(25)、(27)停止工作，关闭阀门(14)、(15)，重复步骤(1)。

2.根据权利要求1所述的一种颗粒活性炭耦合陶瓷膜深度处理工业废水一体化装置的运行方法，其特征在于：陶瓷膜池内设膜片卡槽，便于陶瓷膜的安装和拆卸。

3.根据权利要求1所述的一种颗粒活性炭耦合陶瓷膜深度处理工业废水一体化装置的

运行方法，其特征在于：陶瓷膜片(1)孔径为100-200nm，颗粒活性炭(2)目数在100-200之间，将活性炭直接投加在膜池内，有利于减小反应器体积，减缓膜污染速率。

4.根据权利要求1所述的一种颗粒活性炭耦合陶瓷膜深度处理工业废水一体化装置的运行方法，其特征在于：在膜池底部均匀布设曝气管(4)，既让颗粒活性炭(2)在水中呈悬浮状态，又在膜周围形成紊流，减缓膜污染速率。

5.根据权利要求1所述的一种颗粒活性炭耦合陶瓷膜深度处理工业废水一体化装置的运行方法，其特征在于：曝气管(4)选用不锈钢薄壁管，耐用且不易腐蚀，曝气孔为45度斜向下两侧开孔。

一种颗粒活性炭耦合陶瓷膜深度处理工业废水的一体化装置及其使用方法

技术领域

[0001] 本发明属于污水处理领域，特别涉及一种工业废水深度处理的颗粒活性炭耦合陶瓷膜的一体化装置和使用方法。

背景技术

[0002] 工业企业是水资源消耗大户，我国城市水资源消耗中工业用水占50%-80%，工业废水的排放量也一直居高不下，因此工业废水深度处理以回用是减少工业水排放，节约水资源的有效途径。

[0003] 工业废水是指各行业生产过程中所产生和排出的废水，水质复杂，相当一部分生产用水中都携带原料、中间产物、副产物及终产物等排出厂外。工业企业遍布全国各地，污染范围广，对环境污染严重，水体或土壤一旦受到污染，自净恢复比较困难。当前工业企业多采用生化二级处理的方式进行处理，有效降低废水的浊度以及可生化降解有机物的浓度，但工业废水中难降解有机物以及有毒有害物质通过生化处理后很难达到排放或回用标准。

[0004] 活性炭具有发达的孔隙和较强的吸附性，而且耐酸耐碱耐高温，应对复杂水质的耐冲击能力强，对水中难降解有机物吸附效果好。活性炭对有机物的去除受有机物溶解特性的影响，主要是有机物的极性和分子大小的影响。由于活性炭表面性质基本上是非极性的，故对分子量同样大小的有机物，溶解度越大、亲水性越强，活性炭对其吸附性越差，反之对溶解度小、亲水性差、极性弱的有机物(如苯类化合物、酚类化合物、石油和石油产品等)具有较强的吸附能力。对于分子量大的有机物，由于其憎水性强，体积大，又由于膜扩散、内扩散控制吸附速度，因而导致吸附速度很慢。研究认为，分子量在500～3000是活性炭可能吸附的范围，并随分子量的增大，吸附容量减小。

[0005] 陶瓷膜作为微滤膜或纳滤膜的一种，具有强度高，耐酸耐碱等诸多优势。当陶瓷膜对生化二级出水进行过滤时，对大于膜孔径的污染物质有较好的吸附效果，当污染物与膜孔径尺寸相当或小于膜孔径时，陶瓷膜的去除效果不理想；尤其是当污染物与膜孔径尺寸相差不大时，污染物会与膜存在物理化学相互作用或机械作用而引起的在膜表面或膜孔内吸附、沉积造成膜孔径变小或堵塞，使膜产生透过流量与分离特征的不可逆变化。

[0006] 臭氧氧化法作为高级氧化技术的一种，以其较高的氧化能力和易于应用的特点备受关注。臭氧氧化主要包括直接氧化和间接氧化，直接氧化是指水中的臭氧分子通过环加成、亲电反应以及亲核反应直接氧化去除有机物等污染物，间接氧化反应指臭氧在水中经过一系列分解产生的氧化性更强的羟基自由基氧化去除污染物。臭氧氧化法应用于工业二级出水中可以有效的将大分子有机物降解成小分子有机物，甚至完全氧化为二氧化碳和水。当二级出水中难降解有机物分子量较大时，不利于活性炭吸附，可采用臭氧氧化先将大分子有机物转化为小分子有机物，再进行吸附过滤。

[0007] 将颗粒活性炭与陶瓷膜联用可有效针对生化出水中有机物难降解等特点，进行吸

附过滤处理，活性炭可将生化出水中难降解有机物进行吸附，且吸附效果良好；陶瓷膜可对活性炭未能吸附的物质及活性炭颗粒截留在膜池内，减少了活性炭的沉降时间以及活性炭流失；活性炭吸附后水中有机物含量大大降低，延长膜的有效操作时间，减少清洗频率，提高出水水质；臭氧氧化作为高级氧化技术，可降低污水中大分子物质所占比例，提高吸附效率。

发明内容

[0008] 发明目的：为提高工业废水生化出水的出水水质及回用率，为工业废水生化出水深度处理提供理论基础与技术支撑，本发明提供一种颗粒活性炭耦合陶瓷膜深度处理工业废水一体化装置及其运行方法。

[0009] 技术方案：本发明提供一种深度处理工业废水的颗粒活性炭耦合陶瓷膜装置及运行方法，装置由陶瓷膜片1、颗粒活性炭2、膜池3、曝气管4、臭氧发生器5、空气压缩机6、氧气瓶7、气体流量计8、气体流量计9、气体流量计10、手动气管阀门11、手动气管阀门12、手动气管阀门13、排水阀14、排水阀15、电动阀门16、电动阀门17、电动阀门18、电动阀门19、液位计20、液位计21、进水泵22、进水泵23、抽吸泵24、抽吸泵26、反冲洗泵25、反冲洗泵27、压力表28、压力表29、活性炭投加设备30、可编程逻辑控制器31、可编程逻辑控制器32和闸板33组成。

[0010] 作为优选：所述膜池3内分左右两格，当闸板33处于关闭状态时，膜池3左格可单独用空气压缩机6曝气，膜池3右格可单独采用臭氧进行曝气。

[0011] 本发明提供了一种颗粒活性炭耦合陶瓷膜深度处理工业废水的一体化装置及其使用方法，包括以下步骤：

[0012] (1)水处理阶段：将阀门17、19打开，开启进水泵22、23向膜池3进水，当膜池3内液位至液位上限时，进水泵22、23自动关闭，通过活性炭投加设备30向膜池3内投加颗粒活性炭，开启空气压缩机或臭氧发生器，打开电动阀门11、12、13，调节气体流量至颗粒活性炭在水中呈悬浮状态，待活性炭吸附2h后，抽吸泵24、26开启，随着抽滤的进行，液位不断下降，当液位低至液位下限时，进入泵22、23开始进水，直至液面到达液位上限时，进水泵22、23关闭。

[0013] (2)反冲洗阶段：当抽吸泵24、26运行工作累计4h后，进水泵22、23停止工作，电动阀门17、19关闭，电动阀门16、18打开，空气压缩机5关闭，待活性炭沉淀后，阀门14、15打开，保证活性炭沉于反应器底部，不随反冲洗排出，反冲洗泵25、27开始运行，抽吸泵24、26打开，反冲洗出水通过阀门14、15流出进入原生化出水池，反冲洗5min后，反冲洗泵25、27停止工作，关闭阀门14、15。

[0014] (3)：步骤(1)水处理阶段和步骤(2)反冲洗阶段交替运行。

[0015] 步骤(1)中：当工业废水生化出水中分子量大于5000的有机物所占比例较大时，采用臭氧进行曝气，当分子量小于5000的有机物所占比例较大时，采用空气压缩机进行曝气。

[0016] 步骤(1)中：膜池3内活性炭2投加量固定在1g/L左右，颗粒活性炭目数在100-200之间。

[0017] 步骤(1)中：液位下限距膜池上端0.5m，上限距膜池上端0.1m，陶瓷膜上端距液位下限为0.1m。

[0018] 步骤(1)中:抽吸泵间歇运行,抽吸时间为10min,停泵时间为2min;

[0019] 步骤(2)中:阀门14、15所在出水管管底距膜池底5cm,防止活性炭随出水管流出。

[0020] 本发明中陶瓷膜1为微滤膜,孔径为100-200nm,陶瓷膜两端膜赌密封,其中一端设膜嘴,用于连接吸水管路。

[0021] 本发明中膜池3长宽高尺寸分别为0.5m、0.5m、1m,有效容积为225L,内设模件卡槽,方便陶瓷膜件1固定和拆卸。

[0022] 本发明中曝气管4选用不锈钢薄壁管,曝气管管径为10mm,45度斜向下两侧开孔,保证活性炭颗粒不会堵塞曝气管小孔。

[0023] 本发明中生化二级出水在膜池3内的水力停留时间为120min,即抽吸泵24、26抽吸流量共计为112.5L/h。

[0024] 有益效果:该发明装置和工艺解决了工业废水二级出水中难降解的大分子有机物和色度浊度去除不稳定的问题。针对工业废水二级出水的水质特征,该装置和工艺将臭氧氧化、活性炭吸附和陶瓷膜过滤工艺有机结合。曝气可以保证颗粒活性炭在水中呈悬浮状态而不会沉淀,还可以起到水力搅动的作用使得活性炭与水中污染物充分接触进行吸附,抽吸过程中,曝气还可以在膜表面形成水力切动,减缓浓差极化的过程。当进水中有机物分子量较高时,采用臭氧氧化可降低有机物分子量,更易于活性炭吸附,活性炭吸附可针对生化出水中难降解有机物有较好的吸附效果,陶瓷膜过滤可对水中悬浮态有机物进行过滤,同时减少活性炭沉降时间,将臭氧氧化、活性炭吸附和陶瓷膜过滤有机结合处理工业废水生化二级出水,强化了单一工艺的处理效果和效率,减小了反应器体积,提高了出水水质。

[0025] 本发明中进水泵22、23,抽吸,24、26,反冲洗泵25、27及液位计21、22均采用可编程逻辑控制器31、32自动控制,提高了工作效率。

[0026] 采用本发明装置对某炼油厂生化二级出水进行处理后分析,当进水中COD在35mg/L左右时,陶瓷膜出水中COD将至10mg/L以下,出水浊度在0.5NTU以下,色度在0.1以下,满足回用水水质标准。

附图说明

[0027] 图1为本发明公开的一种颗粒活性炭耦合陶瓷膜一体化工业废水深度处理装置示意图。

[0028] 图1中:1陶瓷膜片、2颗粒活性炭、3膜池、4曝气管、5臭氧发生器、6空气压缩机、7氧气瓶、8气体流量计、9气体流量计、10气体流量计、11手动气管阀门、12手动气管阀门、13手动气管阀门、14排水阀、15排水阀、16电动阀门、17电动阀门、18电动阀门、19电动阀门、20液位计、21液位计、22进水泵、23进水泵、24抽吸泵、25反冲洗泵、26抽吸泵、27反冲洗泵、28压力表、29压力表、30活性炭投加设备、31可编程逻辑控制器、32可编程逻辑控制器、33闸板。

具体实施方式

[0029] 下面结合附图和实用例,对本发明的具体实施方式作进一步详细描述。以下实施例用于说明本发明,但不用来限制本发明的范围。

[0030] 如图一所示:该一体化装置由陶瓷膜片1、颗粒活性炭2、膜池3、曝气管4、臭氧发生器5、空气压缩机6、氧气瓶7、气体流量计8、气体流量计9、气体流量计10、手动气管阀门11、

手动气管阀门12、手动气管阀门13、排水阀14、排水阀15、电动阀门16、电动阀门17、电动阀门18、电动阀门19、液位计20、液位计21、进水泵22、进水泵23、抽吸泵24、抽吸泵26、反冲洗泵25、反冲洗泵27、压力表28、压力表29、活性炭投加设备30、可编程逻辑控制器31、可编程逻辑控制器32和闸板33组成，膜池3内水位要保持淹没陶瓷膜状态，曝气管4均匀的布置在膜池底部，颗粒活性炭2均匀分布在膜池3内，保证吸附效果。

[0031] 实例一：当进水中有机物分子量较小时，根据膜池大小，投加颗粒活性炭225g至膜池中，闸板33处于开启状态。步骤(1)：阀门17、19打开，开启进水泵22、23向膜池3进水，当膜池3内液位至液位上限时，进水泵22、23自动关闭，开启空气压缩机5，此时臭氧发生器5和氧气瓶7处于关闭状态，打开阀门11、12、13，调节气体流量至颗粒活性炭在水中呈悬浮状态，待活性炭吸附2h后，抽吸泵24、26打开，抽吸流量为250L/h，随着抽吸泵24、26的运行，液位开始下降，当液位低至液位下限时，进入泵22、23开始进水，直至液面到达液位上限。步骤(2)：当抽吸泵运行工作4h后，进水泵22、23停止工作，电动阀门17、19关闭，电动阀门16、18打开，空气压缩机5关闭，待活性炭沉淀后，阀门14、15打开，反冲洗泵25、27开始运行，抽吸泵24、26打开，反冲洗出水通过阀门14、15流出进入原进水箱，反冲洗结束后，反冲洗泵25、27停止工作，关闭阀门14、15，重复实例一中步骤(1)。

[0032] 实例二：当进水中有机物分子量较大时，投加颗粒活性炭225g至膜池中，闸板33处于开启状态。步骤(1)：阀门17、19打开，开启进水泵22、23向膜池3进水，当膜池3内液位至液位上限时，进水泵22、23自动关闭，开启臭氧发生器5、氧气瓶7，此时空气压缩机处于关闭状态，打开阀门11、12、13，调节气体流量至颗粒活性炭在水中呈悬浮状态，待活性炭吸附2h后，抽吸泵24、26打开，抽吸流量为250L/h，随着抽吸泵24、26的运行，液位开始下降，当液位低至液位下限时，进入泵22、23开始进水，直至液面到达液位上限。步骤(2)：当抽吸泵运行工作4h后，进水泵22、23停止工作，电动阀门17、19关闭，电动阀门16、18打开，臭氧发生器5、氧气瓶7关闭，待活性炭沉淀后，阀门14、15打开，反冲洗泵25、27开始运行，抽吸泵24、26打开，反冲洗出水通过阀门14、15流出进入原进水箱，反冲洗结束后，反冲洗泵25、27停止工作，关闭阀门14、15，重复实例二中步骤(1)。

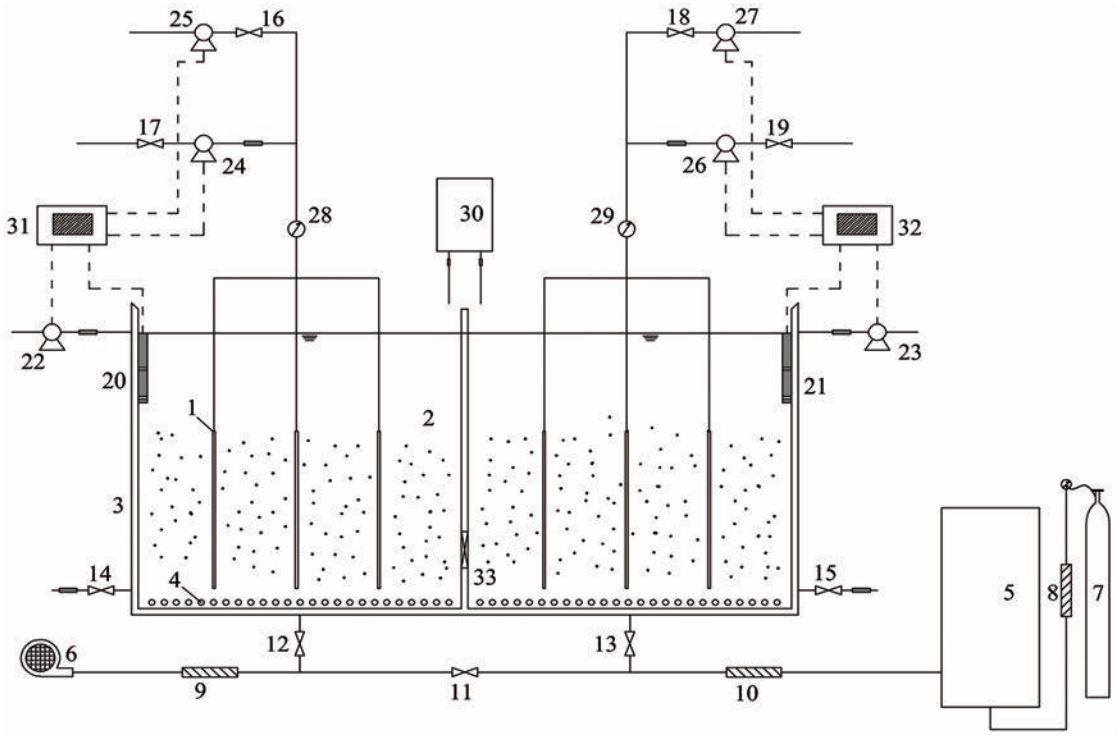

25
16
18
27
17
24
19
26
31
28
30
29
32
22
23
20
21
1
2
3
14
4
33
15
5
8
7
12
13
6
9
11
10

图1